

**TINJAUAN KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON
MENGUNAKAN TRAS JATYOSO SEBAGAI PENGANTI PASIR
UNTUK PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**ARI GUNAWAN
NIM : D 100 080 015**

Kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON MENGUNAKAN TRAS JATYOSO SEBAGAI PENGGANTI PASIR UNTUK PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)

Pembangunan jalan raya di Indonesia selalu meningkat dari waktu ke waktu, sesuai dengan tuntutan jaman dan permasalahannya. Terjadinya krisis bahan baku yang berkepanjangan terutama bahan baku utama pembuat beton jalan yaitu pasir mengakibatkan harga pasir meningkat dan ketersediaanya semakin menipis. Maka perlu dicari bahan baku alternatif pengganti pasir yang lebih ekonomis. Tras memiliki peluang yang besar sebagai pengganti pasir dan mudah untuk dikembangkan secara luas penggunaannya. Tras merupakan batuan gunung berapi yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Berdasar hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton maksimum, kuat lentur balok beton maksimum, dan kuat tarik belah beton maksimum yang menggunakan campuran tras sebagai pengganti pasir pada umur 28 hari. Persentase tras adalah 0%, 15%, 30%, 45%, dan 100% dari total agregat halus terhadap pasir. Tinjauan analisis penelitian ini adalah kuat tekan dan kuat tarik belah, dengan benda uji silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sedangkan untuk kuat lentur menggunakan benda uji balok beton dengan ukuran lebar 15 cm, tebal 15 cm, dan panjang 53 cm. Metode perencanaan campuran beton menggunakan metode *American Concrete Institute*. Setelah dilakukan pengujian dan penelitian, maka didapat hasil bahwa hasil pengujian kuat tekan silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 27,304 MPa. Kuat tekan beton maksimal tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 28,577 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 4,45% dari beton normal. Dan hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tarik belah sebesar 6,500 MPa. Kuat tarik belah beton maksimum tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 7,444 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 15,7% dari beton normal. Hasil pengujian kuat lentur balok beton pada beton normal menghasilkan kuat lentur sebesar 3,983 MPa. Kuat lentur balok beton maksimum tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 4,567 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 12,7% dari beton normal.

Kata kunci : *kuat lentur, kuat tarik belah beton, kuat tekan beton, tras*

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN KUAT LENTUR BETON MENGUNAKAN TRAS JATIYOSO SEBAGAI PENGANTI PASIR UNTUK PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)

Naskah Publikasi

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran

Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji

Pada tanggal :

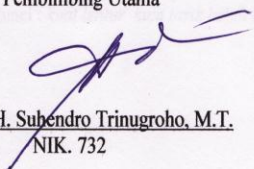
diajukan oleh :

Ari Gunawan dan Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.

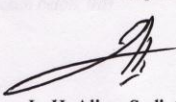
NIM : D 100 080 015

Susunan Dewan Pembimbing :

Pembimbing Utama


Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK. 732

Pembimbing Pendamping


Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T.
NIP : 131 683033

PENDAHULUAN

Pembangunan jalan raya di Indonesia selalu meningkat dari waktu ke waktu, sesuai dengan tuntutan jaman dan permasalahannya. Bahan yang digunakan untuk perkerasan jalan beton pada saat ini umumnya berupa pasir, split, dan semen. Karena semakin banyaknya pembangunan, maka bahan yang digunakan tentu juga semakin banyak, sedangkan bahan yang tersedia di alam ini bukan tanpa batas. Di Jatiyoso Karanganyar yang berada pada daerah perbukitan sudah menggunakan tras sebagai alternatif pengganti pasir. Harga pasir yang semakin mahal dan juga sulit untuk didapatkan membuat Masyarakat di daerah Jatiyoso Karanganyar menggunakan tras sebagai bahan alternatif, karena lebih murah dan mudah didapat. Maka, kita harus membuktikan bahwa tras bisa digunakan sebagai pengganti pasir.

Dalam penelitian ini bahan yang akan digunakan adalah tras sebagai pengganti pasir untuk campuran beton. Tras diperoleh dengan cara menggali pada pegunungan atau perbukitan yang mempunyai warna merah kecoklatan. Tras yang akan digunakan berasal dari kecamatan Jatiyoso Karanganyar. Maka timbul pemikiran untuk menggunakan tras sebagai pengganti pasir. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka diambil rumusan masalah berapakah kuat tekan beton maksimum, kuat lentur balok beton maksimum dan kuat tarik belah beton maksimum yang menggunakan campuran tras sebagai pengganti pasir untuk perkerasan kaku. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui kuat tekan beton maksimum, kuat lentur balok beton maksimum dan kuat tarik belah beton maksimum yang menggunakan campuran tras sebagai pengganti pasir untuk perkerasan kaku. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat memberikan pandangan dan bukti nyata kepada masyarakat tentang penggunaan tanah tras sebagai pengganti pasir untuk beton.

Penelitian ini perlu adanya suatu batasan masalah supaya pembahasan tidak meluas kemana-mana. Adanya bahan dan batasan penelitian dapat dirinci sebagai berikut :

1. *Portland Cement* yang dipakai adalah semen *Holcim*.
2. Pasir / Agregat halus yang digunakan berasal dari Kaliworo, Klaten.
3. Tanah tras yang digunakan sebagai pengganti pasir Kaliworo berasal dari Jatiyoso, Karanganyar.
4. Agregat Kasar / Split yang digunakan berasal dari Wonogiri.
5. Air yang dipakai berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Pengujian tekan berupa silinder beton $\phi 15$ cm dan $h = 30$ cm;
7. Pengujian lentur berupa benda uji berupa penampang bujur sangkar dengan ukuran lebar 15 cm, tebal 15 cm, dan panjang 53 cm.
8. Persentase tras adalah 0%, 15%, 30%, 45%, dan 100% dari total agregat halus terhadap pasir.

9. Pengujian tarik belah berupa silinder beton $\phi 15$ cm dan $h = 30$ cm;
10. Sebagai pembanding menggunakan 100% agregat halus dari pasir.
11. Fas : 0,50
12. Mutu beton rencana (f'_c) = 20 MPa.
13. Metode *Mix design* yang digunakan adalah ACI.
14. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari.
15. Pelaksanaan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan jalan beton semen portland atau lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga disebut *rigid pavement*, terdiri dari plat beton semen *Portland* dan lapisan pondasi

(bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri [Suryawan, 2005].

Beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, kuat lekat tinggi, rapat air tanah aus, tahan cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), susutan pengerasannya kecil, elastisitasnya tinggi. Campuran beton yang dibuat untuk perkerasan beton semen harus memiliki kelecakan yang baik agar memberikan kemudahan dalam pengerjaan tanpa terjadi segregasi atau blinding dan setelah beton mengeras memenuhi kriteria kekuatan, keawetan, kedap air, dan keselamatan berkendara [Departemen Permukiman dan Prasarana wilayah Pd T-05-2004-B].

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilaksanakan terbagi atas empat tahap, seperti yang digambarkan bagan alir tahapan penelitian berikut :

1. Tahap I :

Sebelum dilakukan pembuatan campuran beton maka pada tahap ini dilakukan uji bahan dasar beton yang berupa agregat kasar dan halus. Pemeriksaan ini meliputi pengujian kandungan lumpur pasir, pengujian kandungan bahan organik pasir, pengujian *SSD* pasir, pemeriksaan *specific gravity* dan absorpsi pasir dan batu pecah, pengujian gradasi pasir dan batu pecah, pemeriksaan berat satuan volume batu pecah, pengujian keausan batu pecah.

2. Tahap II :

Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji dan perawatan beton. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran beton dihitung dengan menggunakan Metode *American Concrete Institute* (ACI).

3. Tahap III :

Dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton benda uji yang dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

4. Tahap IV :

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III dilakukan analisis data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan dan saran penelitian.

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan keseluruhan tahapan penelitian, maka didapat hasil penelitian sebagai berikut :

1. Hasil pengujian agregat halus

Tabel 1. Hasil pengujian terhadap agregat halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan pasir	Hasil pemeriksaan tras	Persyaratan
Berat jenis <i>bulk</i>	2,46 t/m ³	2,425 t/m ³	-
Berat jenis SSD	2,56 t/m ³	2,5 t/m ³	-
Berat jenis semu	2,74 t/m ³	2,62 t/m ³	-
Penyerapan (absorpsi)	4,17 %	3,092 %	<5 %
Kandungan lumpur	3,76 %	5,36 %	<5%
Kandungan organik	Kuning muda	Kuning muda	(SNI 03-2461-2002) Rendah
<i>Saturated surface dry</i>	1,22 cm	0,47 cm	(SNI 03-2816-1992) Setengah tinggi kerucut (3,8 cm)
Modulus halus butir	2,5	2,56	-

Dari hasil pengujian pasir terdapat yang tidak memenuhi syarat bahan sebagai bahan penyusun beton. Hasil dari pemeriksaan SSD pasir ternyata diperoleh penurunan sebesar 1,22 cm. Tinggi kerucut *conus* yang digunakan adalah 7,6 cm. Karena pasir mengalami penurunan kurang dari setengah tinggi kerucut, maka pasir tersebut belum mencapai keadaan SSD. Dengan demikian maka pasir harus diangin-anginkan terlebih dahulu agar mencapai keadaan SSD. Dan pada penelitian ini tidak menguji ulang hasil SSD pasir setelah diangin-anginkan.

Dari hasil pengujian tras terdapat yang tidak memenuhi syarat bahan sebagai bahan penyusun beton. Kandungan lumpur pada tras sebesar 5,36%, dan tras yang berasal dari Jatiyoso, Karanganyar tidak dicuci terlebih dahulu untuk mempertahankan *Pozolan* alam yang terkandung didalamnya. Hasil dari pemeriksaan SSD tras ternyata diperoleh penurunan sebesar 0,47 cm. Tinggi kerucut *conus* yang digunakan adalah 7,6 cm. Karena tras mengalami penurunan kurang dari setengah tinggi kerucut, maka tras tersebut belum mencapai keadaan SSD. Dengan demikian maka tras harus diangin-anginkan terlebih dahulu agar

mencapai keadaan SSD. Dan pada penelitian ini tidak menguji ulang hasil SSD tras setelah diangin-anginkan. Adapun data-data yang akan digunakan dalam perhitungan perencanaan campuran adukan beton berdasar data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan.

2. Hasil Pengujian agregat kasar

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan
Berat jenis bulk	2,5 t/m ³	-
Berat jenis SSD	2,53 t/m ³	-
Berat jenis semu	2,57 t/m ³	-
Absorpsi	1,03%	-
Keausan agregat	22,75%	<40% (SNI 2417-2008)
Berat satuan kerikil	1,39 t/m ³	-
Kandungan lumpur	0,18%	<1% (SNI 03-2461-2002)

Dari semua hasil pengujian agregat kasar tidak ada yang tidak memenuhi syarat bahan sebagai bahan penyusun beton. Maka dari itu, agregat kasar yang berasal dari Wonogiri dapat dipakai dalam campuran adukan beton pada penelitian ini. Adapun data-data yang akan digunakan dalam perhitungan perencanaan campuran adukan beton berdasar data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan

3. Hasil pengujian nilai *slump*

Tabel 3. Hasil pengujian nilai *slump* dengan fas 0,5

fas	Tras (%)	Nilai <i>slump</i> (cm)	Nilai <i>slump</i> rencana (cm)
0,5	0	7	5-7,5
	15	7,5	
	30	7,2	
	45	6,7	
	100	6	

Dari hasil pengujian *slump*, nilai *slump* antara 6-7,5 cm, sehingga campuran adukan beton sudah memenuhi syarat. Karena nilai *slump* yang direncanakan adalah 50 mm sampai 75 mm berdasar pemakaian beton untuk perkerasan jalan.

4. Hasil Pengujian Berat Jenis

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis silinder beton

Fas	Tras (%)	Berat (gr)	Berat jenis (gr/cm ³)	Berat jenis rata-rata
0,5	0	12220	2,305	2,324
		12100	2,282	
		12720	2,399	
		12245	2,310	
	15	12635	2,383	2,319
		12020	2,267	
		12460	2,350	
		12070	2,277	
	30	12370	2,333	2,335
		12425	2,344	
		12145	2,291	
		12580	2,373	
	45	12145	2,291	2,305
		12330	2,326	
		12545	2,366	
		11860	2,237	
	100	11900	2,245	2,292
		12405	2,340	
		11830	2,231	
		12465	2,351	

Tabel 5. Hasil pengujian berat jenis balok beton

Fas	Tras (%)	Berat (gr)	Berat jenis (gr/cm ³)	Berat jenis rata-rata
0.5	0	29030	2.434	2.354
		27250	2.285	
		28140	2.360	
		27850	2.335	
	15	28195	2.364	2.371
		28125	2.358	
		28975	2.430	
		27800	2.331	
	30	27835	2.334	2.366
		29465	2.471	
		27960	2.345	
		27605	2.315	

Tabel 5. (Lanjutan)

Fas	Tras (%)	Berat (gr)	Berat jenis (gr/cm ³)	Berat jenis rata-rata
0.5	45	28315	2.374	2.414
		30000	2.516	
		28930	2.426	
		27880	2.338	
	100	29955	2.512	2.384
		27715	2.324	
		28430	2.384	
		27620	2.316	

Berdasarkan dari hasil perhitungan berat jenis benda uji pada Tabel V.4 dan Tabel V.5 diperoleh berat jenis dengan variasi penambahan tras 0%, 15%, 30%, 45%, dan 100% untuk silinder beton yaitu 2,324; 2,319; 2,335; 2,305; 2,292 gr/cm³, dan untuk balok beton yaitu 2,354; 2,371; 2,366; 2,414; 2,384 gr/cm³.

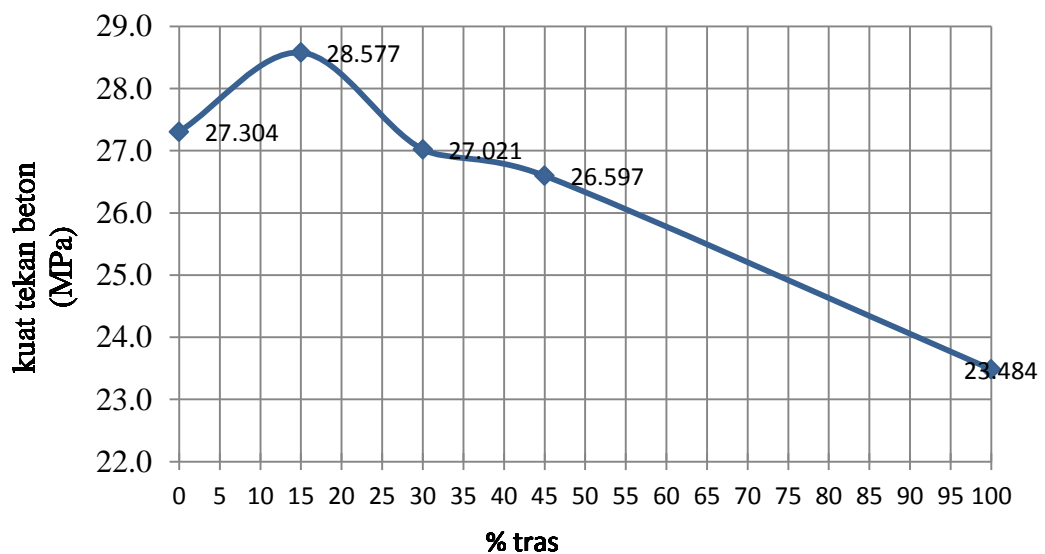
5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Tras (%)	diameter benda uji (cm)	Luas permukaan benda uji (cm ²)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat tekan (kg/cm ²)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
0	15	176,715	48000	271,624	27,162	27,304
			47000	265,966	26,597	
			48000	271,624	27,162	
			50000	282,942	28,294	
15	15	176,715	48000	271,624	27,162	28,577
			48000	271,624	27,162	
			56000	316,895	31,690	
			50000	282,942	28,294	
30	15	176,715	48000	271,624	27,162	27,021
			46000	260,307	26,031	
			50000	282,942	28,294	
			47000	265,966	26,597	
45	15	176,715	40000	226,354	22,635	26,597
			50000	282,942	28,294	
			50000	282,942	28,294	
			48000	271,624	27,162	

Tabel 6. (Lanjutan)

Tras (%)	diameter benda uji (cm)	Luas permukaan benda uji (cm ²)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat tekan (kg/cm ²)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
100	15	176,715	36000	203,718	20,372	23,484
			44000	248,989	24,899	
			42000	237,671	23,767	
			44000	248,989	24,899	



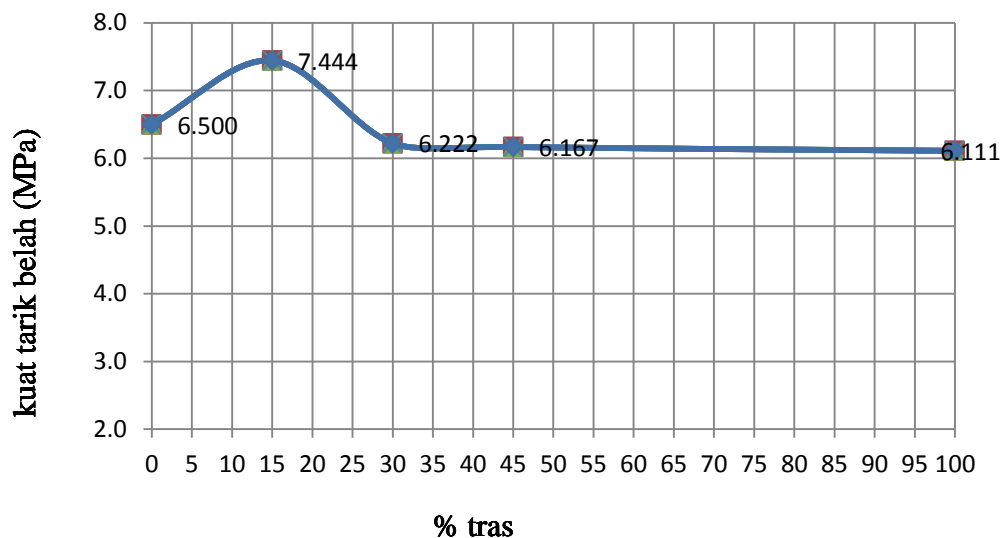
Gambar 2. Hubungan kuat tekan beton dengan persentase tras pada fas 0,5 umur 28 hari.

Berdasarkan Tabel 6. dan Gambar 2. di atas, hasil pengujian kuat tekan silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tekan sebesar 27,304 MPa. Kuat tekan beton maksimal dari yang diteliti tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 28,577 MPa dan setelah variasi tras 15% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan. Dengan demikian, kuat tekan maksimum beton terdapat pada variasi tras 15% atau mengalami peningkatan sebesar 4,45% dari beton normal. Penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat tekan beton dari kuat tekan maksimum.

6. Hasil Pengujian Kuat tarik belah

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari

Tras (%)	diameter benda uji (cm)	Panjang benda uji (cm)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)	Kuat tarik (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
0	15	30	14000	62,222	6,222	6,500
			13500	60,000	6,000	
			16000	71,111	7,111	
			15000	66,667	6,667	
15	15	30	16500	73,333	7,333	7,444
			16000	71,111	7,111	
			16500	73,333	7,333	
			18000	80,000	8,000	
30	15	30	13500	60,000	6,000	6,222
			14000	62,222	6,222	
			15000	66,667	6,667	
			13500	60,000	6,000	
45	15	30	15000	66,667	6,667	6,167
			14000	62,222	6,222	
			13000	57,778	5,778	
			13500	60,000	6,000	
100	15	30	15000	66,667	6,667	6,111
			14000	62,222	6,222	
			12000	53,333	5,333	
			14000	62,222	6,222	



Gambar 3. Hubungan kuat tarik belah beton dengan persentase tras pada fas 0,5 umur 28 hari.

Berdasarkan Tabel 7. dan Gambar 3. di atas, hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton pada beton normal menghasilkan kuat tarik belah sebesar 6,500 MPa. Kuat tarik belah beton maksimum dari yang diteliti tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 7,444 MPa, dan setelah variasi tras 15% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan. Dengan demikian, kuat tarik belah beton maksimum terdapat pada variasi tras 15% atau mengalami peningkatan sebesar 15,7% dari beton normal. Penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat tarik belah beton dari kuat tarik belah maksimum.

7. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lentur beton umur 28 hari

Tras (%)	Lebar benda uji (cm)	Tinggi benda uji (cm)	Jarak rata-rata lintang patah dari tumpuan luar terdekat (cm)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat lentur (kg/cm^2)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
0	15	15	18,00	2600	34,667	3,467	3,983
			16,50	2750	36,667	3,667	
			18,50	2800	37,333	3,733	
			18,13	3800	50,667	5,067	
15	15	15	16,75	2950	39,333	3,933	4,567
			20,00	3150	42,000	4,200	
			20,63	3750	50,000	5,000	
			19,88	3850	51,333	5,133	

Tabel 8. (Lanjutan)

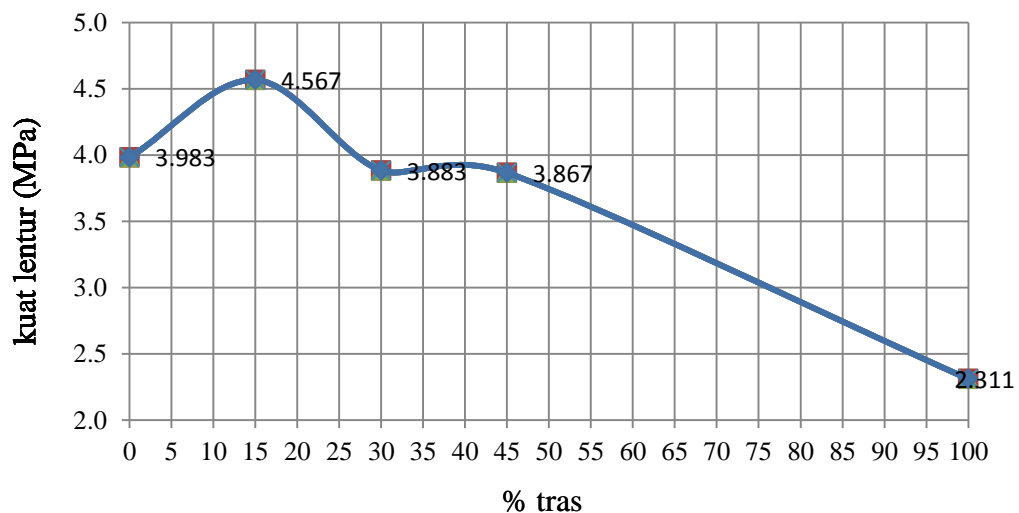
Tras (%)	Lebar benda uji (cm)	Tinggi benda uji (cm)	Jarak rata-rata lintang patah dari tumpuan luar terdekat (cm)	Tekanan maksimum (kg)	Kuat lentur (kg/cm^2)	Kuat lentur (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
30	15	15	17,88	3250	43,333	4,333	3,883
			15,88	2700	36,000	3,600	
			21,25	2750	36,667	3,667	
			17,13	2950	39,333	3,933	
45	15	15	19,63	2900	38,667	3,867	3,867
			21,63	2900	38,667	3,867	
			16,88	2850	38,000	3,800	
			15,00	2950	39,333	3,933	
100	15	15	13,75	2350	28,722	2,872	2,311
			14,75	1350	17,700	1,770	
			20,75	1800	24,000	2,400	
			19,25	1650	22,000	2,200	

Tabel 9. Daerah patahan dan rumus kuat lentur yang digunakan

Tras (%)	Jarak rata-rata lintang patah dari tumpuan luar terdekat (cm)	Daerah patahan	Rumus kuat lentur
0	18	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	16,5	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	18,5	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	18,125	Di pusat 1/3 L	(III.2)
15	16,75	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	20	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	20,625	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	19,875	Di pusat 1/3 L	(III.2)
30	17,875	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	15,875	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	21,25	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	17,125	Di pusat 1/3 L	(III.2)
45	19,625	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	21,625	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	16,875	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	15	Di pusat 1/3 L	(III.2)

Tabel 9. (Lanjutan)

Tras (%)	Jarak rata-rata lintang patah dari tumpuan luar terdekat (cm)	Daerah patahan	Rumus kuat lentur
100	13,75	Di luar pusat 1/3 L (maks. 5% L)	(III.3)
	14,75	Di luar pusat 1/3 L (maks. 5% L)	(III.3)
	20,75	Di pusat 1/3 L	(III.2)
	19,25	Di pusat 1/3 L	(III.2)



Gambar 4. Hubungan kuat lentur dengan persentase tras pada fas 0,6 umur 28 hari.

Berdasarkan Tabel 8. dan Gambar 4. di atas, hasil pengujian kuat lentur balok beton pada beton normal menghasilkan kuat lentur sebesar 3,983 MPa. Kuat lentur balok beton maksimum dari yang diteliti tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 4,567 MPa, dan setelah variasi tras 15% kekuatan beton cenderung mengalami penurunan. Dengan demikian, kuat lentur maksimum beton terdapat pada variasi tras 15% atau mengalami peningkatan sebesar 12,7% dari beton normal. Penambahan, penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat lentur balok beton dari kuat lentur maksimum.

8. Penerapan pada Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Tabel 10. Hasil dan persyaratan minimal yang diizinkan

Tras (%)	Kuat tekan (MPa)		Kuat tarik belah (MPa)		Kuat lentur (MPa)	
	Hasil uji	Persyaratan	Hasil uji	Persyaratan	Hasil uji	Persyaratan
0	27,304	Pd T-14-2003 > 16	6,500	Pd T-14-2003 > 2,19	3,983	Pd T-14-2003 > 3
15	28,577		7,444		4,567	
30	27,021		6,222		3,883	
45	26,597		6,167		3,867	
100	23,484		6,111		2,311	

Dari hasil pengujian kuat tekan, nilai kuat tekan minimum sudah memenuhi persyaratan yaitu > 16 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah, nilai kuat tarik belah juga sudah memenuhi persyaratan yaitu > 2,19 MPa. Kuat lentur yang disyaratkan > 3 MPa. Dan hasil pengujian kuat lentur, terdapat yang tidak memenuhi persyaratan. Kuat lentur pada kadar tras 100% sebesar 2,311 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton maksimum tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 28,577 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 4,45% dari beton normal. Penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat tekan beton dari kuat tekan maksimum.
2. Kuat tarik belah beton maksimum tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 7,444 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 15,7% dari beton normal. Penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat tarik belah beton dari kuat tarik belah maksimum.
3. Kuat lentur balok beton maksimum tercapai pada variasi penambahan tras 15% sebesar 4,567 MPa atau mengalami peningkatan sebesar 12,7% dari beton normal. Penambahan, penambahan tras melebihi 15% terhadap pasir akan menyebabkan penurunan kuat lentur balok beton dari kuat lentur optimal.
4. Dari hasil pengujian kuat lentur, terdapat yang tidak memenuhi persyaratan yaitu kuat lentur pada kadar tras 100% sebesar 2,311 MPa. Syarat nilai kuat lentur untuk perkerasan kaku adalah > 3 MPa.

B. Saran

Untuk mendapatkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur maksimum dengan adanya penambahan tras, hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Pemakaian bahan dasar beton harus memiliki kualitas yang baik.
2. Pemakaian tras jangan sampai tercampur oleh material lain.
3. Pada pembuatan benda uji, permukaan sebaiknya dibuat serata mungkin sehingga pada saat pengujian tidak mempengaruhi hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*. Gadjah Mada University Press.
- Hijhoff, M. 1970. *The Geologi of Indonesia Vol II Economic Geologi*, RW Van Bemmelen, Netherland.
- Manu, A. I., 2007. *Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Marjuki. 2010. *Penggunaan Tanah Tras dari Jatiyoso karanganyar Sebagai Pengganti Pasir untuk Penggunaan Sebagai Spesi*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nugoho. 2010. *Analisis Porositas dan Permeabilitas Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2004. *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Permukiman dan Prasarana wilayah.
- Prasetyo, 2002, *Pengaruh Penambahan Tanah Tras Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton yang Diberi Perawatan Tekanan Uap (steam curing)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suryawan, Ari., 2005. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Beta Offset.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yunus. 2010. *Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash Sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.